

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-059175

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H03H 9/25
H03H 9/145

(21)Application number : 11-121035

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1999

(72)Inventor : KADOTA MICHIO
AGO JUNYA
HORIUCHI HIDEYA
IKEURA MAMORU

(30)Priority

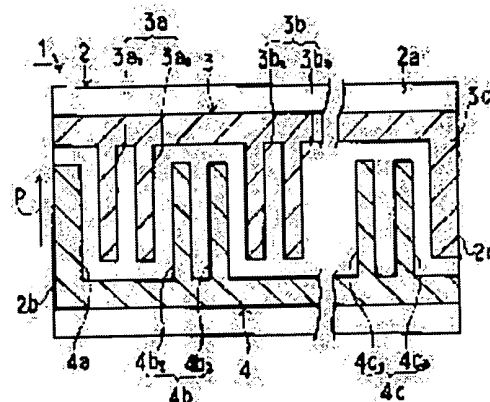
Priority number : 10151725 Priority date : 01.06.1998 Priority country : JP

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE AND COMMUNICATION EQUIPMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an end face reflection type surface acoustic wave device capable of adjusting the ratio of resonance resistance and antiresonance resistance so as to adjust a band width and reducing undesired ripples appearing on resonance characteristics in the end face reflection type surface acoustic wave device using a double electrode type interdigital transducer provided with plural split electrodes.

SOLUTION: For this end face reflection type surface acoustic wave device 1, the interdigital transducer is constituted by forming comb-line electrodes 3 and 4 on the upper surface of a piezoelectric substrate 2. The electrode fingers 3a, 3b, 4b and 4c of the electrode fingers 3a-3c and 4a-4c of the comb-line electrodes 3 and 4 are constituted by the two split



electrodes 3a1, 3a2, 3b1, 3b2, 4b1, 4b2, 4c1 and 4c2. The width of the electrode fingers 4a and 3c on a surface acoustic wave propagation direction outermost side is made different from the width of the split electrode. SH(sheer horizontal) type surface acoustic waves are reflected between opposing two end faces 2b and 2c.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3341709

[Date of registration] 23.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is surface wave equipment constituted so that the SH type surface wave might be used and this surface wave might be reflected by opposite 2 end face. The 1st and 2nd principal plane, It is formed in the 1st principal plane of the piezo-electric substrate which has opposite 2 end face which connects the 1st and 2nd principal plane, and said piezo-electric substrate. It has INTADEJITARUTORANSUDEYUSA which consists of a sinking comb electrode of the pair arranged so that a mutual electrode finger may put each other in between. Surface wave equipment characterized by for the electrode finger of said sinking comb electrode being constituted by two or more split electrodes, and the width of face of the electrode finger of said maximum outside differing from the width of face of said split electrode except for the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside.

[Claim 2] Surface wave equipment according to claim 1 with which the width of face of a split electrode is $\lambda/8$, and width of face of the electrode finger of the maximum outside is characterized by being larger than $\lambda/8$ when wavelength of the surface wave excited is set to λ .

[Claim 3] Surface wave equipment according to claim 2 with which the width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is larger than $\lambda/8$ with equipment, and is made into $\lambda/4$ or less range.

[Claim 4] Surface wave equipment according to claim 3 with which width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is characterized by considering as within the limits of $\lambda \times \lambda (3/16)/32$.

[Claim 5] When wavelength of the surface wave excited by said INTADEJITARUTORANSUDEYUSA is set to λ and acoustic velocity is set to v , it is resonance frequency f_0 . Surface wave equipment according to claim 1 to 4 which is a surface wave device using the 3 time wave which is $f_0 = 3v/\lambda$.

[Claim 6] Surface wave equipment according to claim 1 to 5 characterized by being a vertical joint resonator mold filter [claim 7] Surface wave equipment according to claim 1 to 5 characterized by being a horizontal joint resonator mold filter.

[Claim 8] Surface wave equipment according to claim 1 to 5 characterized by being a ladder mold filter.

[Claim 9] The piezo-electric substrate which is surface wave equipment constituted so that this surface wave might be reflected with a reflective means to use the SH type surface wave and to counter, and has the 1st and 2nd principal plane, It is formed in the 1st principal plane of said piezo-electric substrate, and has two or more INTADEJITARUTORANSUDEYUSA which consists of a sinking comb electrode of the pair arranged so that a mutual electrode finger may put each other in between. Surface wave equipment which the electrode finger of said sinking comb electrode is constituted by two or more split electrodes, and is characterized by obtaining a filter shape by putting said two or more INTADEJITARUTORANSUDEYUSA together.

[Claim 10] Surface wave equipment according to claim 1 to 5 characterized by being a common machine.

[Claim 11] The communication device according to claim 1 to 10 characterized by using surface wave equipment.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the end-face reflective mold surface wave equipment constituted so that a surface wave might be reflected in a detail between opposite 2 end faces more about the surface wave equipment using the surface wave which uses SH (shear horizontal) types, such as for example, a BGS wave and a Love wave, as a principal component.

[0002]

[Description of the Prior Art] Surface wave equipment is widely used for various applications, such as a resonator and a band mold filter. With usual surface-wave equipment, in order to reflect a surface wave, the reflector needed to be formed in the both sides of INTADEJITARUTORANSUDEYUSA (IDT). Therefore, surface wave equipment could not but become large-sized.

[0003] Then, the end-face reflective mold resonator using a SH type surface wave is proposed. In an end-face reflective mold resonator, IDT is formed on the piezo-electric substrate and the surface wave of SH type excited by IDT is reflected between the piezo-electric substrate end faces of the both sides of IDT. Therefore, since opposite 2 end face is used instead of a reflector, it is not necessary to form a reflector.

[0004] An example of the above-mentioned end-face reflective mold resonator is indicated by JP,60-41809,A. Here, the end-face reflective mold resonator using a SH type surface wave is indicated.

Drawing 8 is the schematic-drawing-top view of the end-face reflective mold resonator indicated by this advanced technology as a conventional example.

[0005] The end-face reflective mold resonator 51 is constituted using the rectangle tabular piezo-electric substrate 52. On top-face 52a, the sinking comb electrodes 53 and 54 of a pair are formed, and one IDT is constituted by it. The sinking comb electrodes 53 and 54 have two or more electrode fingers put mutually in between. But the electrode finger of the sinking comb electrodes 53 and 54 is constituted from the end-face reflective mold resonator 51 by the electrode finger of a pair which consists of two split electrodes except for the electrode fingers 53a and 53c of a surface wave propagation direction maximum outside. For example, electrode finger 53b of the sinking comb electrode 53 is the split electrode 53b1 and 53b2. It is constituted. Moreover, the electrode fingers 54a-54c of the sinking comb electrode 54 are the split electrode 54a1 which became a pair two [at a time], 54a2, 54b1, 54b2, 54c1, and 54c2, respectively. It is constituted.

[0006] The surface wave propagation direction is a direction which intersects perpendicularly with the above-mentioned electrode fingers 53a-53c and the die-length direction of 54a-54c. The excited surface wave is reflected by opposite 2 end faces 52b and 52c, and the resonance characteristic is acquired by it.

[0007] As mentioned above, by the case where the electrode finger of the usual single mold is used, the band property which is not acquired can be acquired by using the electrode finger which consists of a split electrode which makes two pairs at a time.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional end-face reflective mold resonator 51 as

shown in drawing 8, although not clearly shown by the above-mentioned advanced technology, when the gap between an electrode finger and an electrode finger is formed in 1 to 1 and considers as the wavelength λ of the surface wave excited, width of face of a split electrode is usually made into $\lambda/8$. Moreover, it is supposed that the width of face of the electrode fingers 53a and 53c of a surface wave propagation direction maximum outside is equivalent to the width of face of each split electrode which constitutes the remaining electrode finger, and the end-face location at that time consists of above-mentioned advanced technology so that the distance of a reflective end face may become $\lambda/2$ of integral multiples from the core of two electrode fingers of making the group located in the outermost part, or its core.

[0009] However, when an end-face reflective mold resonator was constituted according to the above-mentioned advanced technology, there was a problem of not being enough, the ratio to resonant resistance R_r , i.e., San-ya ratio, of the antiresonance resistance R_a . In addition, the unnecessary ripple arose on frequency characteristics and there was also a problem that a good band property could not be acquired.

[0010] The purpose of this invention is large in the end-face reflective mold surface wave equipment using the electrode finger of the double electrode mold which consists of two split electrodes, the ratio to resonant resistance, i.e., San-ya ratio, of antiresonance resistance, and controls effectively the unnecessary ripple generated on frequency characteristics, and is to offer the surface wave equipment with a moderate band of end-face reflective molds, such as a resonator and a filter.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Invention according to claim 1 is surface wave equipment constituted so that the SH type surface wave might be used and this surface wave might be reflected by opposite 2 end face. The 1st and 2nd principal plane, It is formed in the 1st principal plane of the piezo-electric substrate which has opposite 2 end face which connects the 1st and 2nd principal plane, and said piezo-electric substrate. It has IDT which consists of a sinking comb electrode of the pair arranged so that a mutual electrode finger may put each other in between. It is characterized by for each electrode finger of said sinking comb electrode being constituted by two or more split electrodes, and the width of face of the electrode finger of said maximum outside differing from the width of face of a split electrode except for the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside.

[0012] In invention according to claim 2, when wavelength of the surface wave excited is set to λ , the width of face of said split electrode is $\lambda/8$, and width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is made larger than $\lambda/8$.

[0013] In invention according to claim 3, the width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is larger than $\lambda/8$, and is made or less into $\lambda/4$. In invention according to claim 4, width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is made into within the limits of $\lambda \cdot \lambda / (3/16)/32$.

[0014] When wavelength of the surface wave excited by said INTADEJITARUTORANSUDEYUSA is set to λ in invention according to claim 5 and acoustic velocity is set to v , it is resonance frequency f_0 . It considers as the surface wave device using the 3 time wave which is $f_0 = 3 v / \lambda$.

[0015] The surface wave equipment concerning this invention is used as various filters, consists of specific aspects of affairs with this invention as a vertical joint resonator mold filter, and consists of another specific aspects of affairs as a horizontal joint resonator mold filter. Moreover, the surface wave equipment concerning this invention may be constituted as a ladder mold filter which comes to connect two or more surface wave resonators with a ladder mold.

[0016] The piezo-electric substrate which invention according to claim 9 is surface wave equipment constituted so that this surface wave might be reflected with a reflective means to use the SH type surface wave and to counter, and has the 1st and 2nd principal plane, It is formed in the 1st principal plane of said piezo-electric substrate, and has two or more IDT(s) which consist of a sinking comb electrode of the pair arranged so that a mutual electrode finger may put each other in between. Each electrode finger of said sinking comb electrode is constituted by two or more split electrodes, and the filter shape is obtained by putting said two or more IDT(s) together.

[0017] Moreover, the surface wave equipment concerning this invention can be used as a common machine like an antenna common machine, and can constitute various communication devices using the surface wave equipment further applied to this invention.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is clarified by explaining the example of this invention, referring to a drawing.

[0019] Drawing 1 is the top view showing the end-face reflective mold surface wave equipment concerning the 1st example of this invention. End-face reflective mold surface wave equipment 1 is constituted using the rectangle tabular piezo-electric substrate 2. the piezo-electric substrate 2 -- for example, LiTaO₃ LiNbO₃ etc. -- electrostrictive ceramics like a piezo-electric single crystal or the titanate-lead zirconate system ceramics can constitute.

[0020] When the piezo-electric substrate 2 consists of electrostrictive ceramics, polarization processing is carried out in the direction of arrow-head P of illustration. Namely, polarization processing is carried out in the direction parallel to end-face 2b of the piezo-electric substrate 2. The sinking comb electrodes 3 and 4 are formed on top-face 2a of the piezo-electric substrate 2. IDT is constituted by the sinking comb electrodes 3 and 4.

[0021] The sinking comb electrode 3 has the electrode fingers 3a, 3b, and 3c, and the sinking comb electrode 4 has the electrode fingers 4a, 4b, and 4c. Two or more electrode fingers 3a-3c of the sinking comb electrode 3 are arranged so that it may put each other in between with two or more electrode fingers 4a-4c of the sinking comb electrode 4. These sinking comb electrodes 3 and 4 are formed by carrying out patterning of the proper metallic materials, such as aluminum.

[0022] The electrode fingers 3a, 3b, 4b, and 4c are constituted by every two split electrodes among the electrode fingers of the sinking comb electrodes 3 and 4, respectively. That is, when it explains on behalf of electrode finger 3a, electrode finger 3a is two split electrodes three a1 and three a2. It is constituted. The split electrode three a1 and three a2 When wavelength of a surface wave is set to λ , generally the width method is made into $\lambda/8$, respectively. It is similarly constituted by the electrode fingers 3b, 4b, and 4c which consist of other two split electrodes three b1, three b2, four b1, four b2, 4c1, and 4c2.

[0023] On the other hand, for the description of the end-face reflective mold surface wave equipment of this example, the width of face of the electrode fingers 4a and 3c located in a surface wave propagation direction maximum outside is the split electrode three a1 and three a2. If it is width of face and **, it is in being carried out, and width of face of the electrode fingers 4a and 3c located in the maximum outside is made larger than $\lambda/8$. The ratio of the antiresonance resistance R_a and resonant resistance R_r is enlarged by it, and control of the ripple on frequency characteristics which appears out of band is achieved. About this point, it mentions later based on the concrete example of an experiment.

[0024] With the end-face reflective mold surface wave equipment of this example, by impressing alternating voltage between the sinking comb electrode 3 and 4, a surface wave is excited, it is reflected between end-face 2b and 2c, and this surface wave can acquire frequency characteristics by it. Moreover, since the electrode fingers 3a, 3b, 4b, and 4c are constituted by two split electrodes, with the end-face reflective mold surface wave equipment using a single electrode, the band property which was not acquired is realizable with the end-face reflective mold surface wave equipment 1 of this example. This is more concretely explained with reference to drawing 2 and drawing 3.

[0025] Drawing 2 is drawing showing the relation of the metallization ratio of an electrode finger and electromechanical coupling coefficient in the end-face reflective mold surface wave equipment which used the electrode finger of a single mold, and drawing 3 is drawing showing the relation of the metallization ratio of a split electrode and electromechanical coupling coefficient in the end-face reflective mold surface wave equipment 1 shown in drawing 1.

[0026] Here, the metallization ratio of an electrode finger is a value expressed with $a/(a+b)$, when distance of the gap section which does not have an electrode between a and an adjoining electrode finger in the crosswise dimension of an electrode finger is set to b. Moreover, with the end-face reflective mold surface wave equipment 1 of this example, the above-mentioned metallization ratio is a value expressed

by $a/(a+b)$, when a gap cross direction dimension without a split inter-electrode electrode [in / for the width of face of a split electrode / a and this electrode finger] is set to b .

[0027] k_s of $k_2 \text{ eff}/k_2$ of an axis of ordinate is the electromechanical coupling coefficient of a piezo-electric substrate, and k_{eff} is an effectual electromechanical coupling coefficient excited with a blind-like electrode. Drawing 2 and drawing 3 show that the direction of the former k_{eff} takes a large value with a single electrode and a split electrode. Since the band of a resonator is proportional to this $k_2 \text{ eff}$, even if the same substrate is used for it, it can attain narrow-band-ization with about 70% of band of a single electrode by using a split electrode.

[0028] the surface wave equipment on the piezo-electric substrate with which the electrode finger of a single mold was used for the property shown in drawing 2 and drawing 3 -- it is -- the logarithm of an electrode finger -- it is a result at the time of making N into 20 pairs. Moreover, in drawing 2 and drawing 3, each property shown by $M=1$, and 3, 7, 9 and 11 shows the property of the fundamental wave of the surface wave excited, a 3 time wave, a 5 time wave, a 7 time wave, a 9 time wave, and a 11 time wave, respectively.

[0029] With the surface wave equipment using the electrode finger of a single mold, a metallization ratio can obtain a big electromechanical coupling coefficient in a fundamental wave in 0.25-0.75 so that clearly from drawing 2. However, in the higher harmonic more than a 3 time wave, it turns out that a big electromechanical coupling coefficient is not obtained.

[0030] On the other hand, as shown in drawing 3, with the surface wave equipment 1 using two split electrodes, it turns out that an electromechanical coupling coefficient not only with the case of a fundamental wave but the big case of a 3 time wave is obtained for a metallization ratio in the range of 0.25-0.75. Therefore, with end-face reflective mold surface wave equipment 1, a wave can also be effectively used 3 times among the excited surface waves.

[0031] Let the remaining electrode finger be the electrode of the pair constituted with two split electrodes except for the electrode fingers 4a and 3c of a surface wave propagation direction maximum outside with the end-face reflective mold surface wave equipment 1 of this example. Invention-in-this-application persons took lessons from how the width of face of the electrode fingers 4a and 3c of a surface wave propagation direction maximum outside is constituted, and inquired the end-face reflective mold surface wave equipment 1 using the electrode finger which consists of such a split electrode.

[0032] With the end-face reflective mold surface wave equipment of the conventional single electrode mold, width of face of the remaining electrode finger except the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is made into $\lambda/4$, and width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside was made into $\lambda/8$. Therefore, electrode fingers other than the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside were constituted from two split electrodes, and end-face reflective mold surface wave equipment was constituted, having made width of face of each split electrode into $\lambda/8$, and having used width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside as $\lambda/16$. However, with such end-face reflective mold surface wave equipment, it was confirmed that a SH type surface wave cannot fully be excited.

[0033] Then, electrode finger 4a of a surface wave propagation direction maximum outside, as a result of inquiring per [3c], when the width of face of the electrode fingers 4a and 3c was changed with width-of-face $\lambda/8$ of the remaining split electrodes and was further made larger than especially $\lambda/8$, it found out that the fundamental wave of a SH type surface wave and a 3 time wave could be excited effectively. This is explained based on the concrete example of an experiment.

[0034] End-face reflective mold surface wave equipment 1 was produced the piezo-electric ceramic having constituted the piezo-electric substrate 2, and having used [end-face 2b and the distance between 2c/ the crosswise dimension of each split electrode of 1193 micrometers and the sinking comb electrodes 3 and 4] the logarithm of 142 and an electrode finger as 35.5 for the total of 4.2 micrometers and an electrode finger as end-face reflective mold surface wave equipment 1. In this end-face reflective mold surface wave equipment 1, about electrode finger 4a of the maximum outside, while having formed the electrode finger larger than $\lambda(3/8)$ on the piezo-electric substrate, cutting the piezo-

electric substrate in each location of arrow-head A-E of drawing 4 and forming end-face 2b, the electrode finger of the above-mentioned various width of face was formed, and five kinds of end-face reflective mold surface wave equipments were produced. In this case, the outside edge of electrode 4a of the maximum outside will meet end-face 2b. Electrode finger 3c of the maximum outside of another side constituted similarly.

[0035] In addition, the width of face of electrode finger 4a of each ***** at the time of cutting down the piezo-electric substrate 2 in the location shown by arrow-head A-E is as follows. In [-- (1/4) In the case of λ and an arrow head E / -- (5/16) λ .] the case of the location of an arrow head A -- In the case of $\lambda/16$ and an arrow head B -- In the case of $\lambda/8$ and an arrow head C -- (3/16) λ In the case of λ and an arrow head D

[0036] The impedance-frequency characteristics of each end-face reflective mold surface wave equipment obtained as mentioned above are shown in drawing 5. In drawing 5, the alternate long and short dash line shown by the arrow head A shows a property in case the width of face of the electrodes 4a and 3c of the maximum outside is $\lambda/16$. A broken line B the continuous line which shows a property in case the width of face of the electrode fingers 4a and 3c of the maximum outside is $\lambda/8$, and is shown by the arrow head C The alternate long and short dash line the broken line which shows a property in case the width of face of the electrode fingers 4a and 3c of the maximum outside is $\lambda/4$ by the arrow head D indicates a property in case the width of face of the electrode fingers 4a and 3c of the maximum outside is $\lambda/2$ to be by the arrow head E shows a property in case the width of face of the electrode fingers 4a and 3c of the maximum outside is λ (5/16), respectively.

[0037] The ratio to the resonant resistance R_r of the antiresonance resistance R_a is large, and the high surface wave equipment of Q can consist of properties shown by arrow heads C and D so that clearly from drawing 5. Therefore, the width of face of the electrode finger of the maximum outside is understood that it is desirable to make it larger than $\lambda/8$.

[0038] Moreover, in the property shown by the arrow head E, as arrow heads F and G show to the low-pass [of resonance frequency], and high region side of antiresonant frequency, the big ripple appears. Similarly, although the ripple appears out of band also in the property shown by the arrow head D, compared with the property shown by the arrow head E, the ripple is small. On the other hand, in the property shown by the arrow head C, it turns out that the above-mentioned ripple is made very small. Therefore, about the width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside, it is desirable to carry out to below $\lambda/4$, when reducing the above-mentioned ripple, and it turns out more preferably that it is desirable to consider as $\lambda/16$ extent. In addition, the ripple between the resonance in drawing and antiresonance does not originate in the transverse mode, and does not originate in reflection from an end face.

[0039] Moreover, invention-in-this-application persons confirmed whether in view of the width of face of the electrode finger of the above-mentioned surface wave propagation direction maximum outside, within the limits of how much, then the same desirable property would be acquired from this dimension by $\lambda/16$, then the desirable thing. Consequently, as shown in drawing 6, it was confirmed that a property equivalent to the property which shows the width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside by the arrow head D which could control effectively the ripple within the limits of $\lambda \times \lambda/16/32$, then by the side of low-pass [of resonance frequency] and the high region of antiresonant frequency, and was shown in drawing 5 is acquired.

[0040] Moreover, in the above-mentioned example of an experiment, while it faced forming the electrode fingers 4a and 3c of a surface wave propagation direction maximum outside, and having formed the electrode with width of face wider than the final width method of the electrode fingers 4a and 3c, cutting down the piezo-electric substrate 2 and forming end-face 2b and 2c, the electrode with this wide width of face was disconnected, and the width of face of the electrode fingers 4a and 3c was determined. In this case, the outside edge of the electrode fingers 4a and 3c will meet end-face 2b and 2c.

[0041] However, in this invention, there is not necessarily no need that the outside edge of the electrode

fingers 4a and 3c meets end-face 2b and 2c. That is, on the occasion of the above-mentioned cutting, there is a possibility that partial peeling of an electrode layer etc. may arise between an electrode layer and a piezo-electric substrate end face. When peeling of such an electrode layer arises, there is a possibility of having a bad influence on frequency characteristics.

[0042] Therefore, it is desirable to start end-face 2b and 2c preferably, so that a piezo-electric substrate part may exist outside the electrode fingers 4a and 3c of the above-mentioned maximum outside. For example, after forming so that it may have a desirable width method according to the example which mentioned electrode finger 4a above in drawing 7 $R > 7$, as shown in a partial expansion front view, end-face 2b may be formed by cutting down the piezo-electric substrate 2 outside electrode finger 4a. In this case, according to the experiment of invention-in-this-application persons, about the location of end-face 2b, it is confirmed that the ripple which are not $\lambda/32$ or less [then] and the request which appears on frequency characteristics can be preferably controlled effectively from the outer edge of the electrode of electrode finger 4a of the maximum outside.

[0043] Although the above-mentioned example of an experiment is a thing about an end-face reflective mold resonator, it can say it that it is the same about other end-face reflective mold surface wave equipments, such as a filter. It was thought that it seldom fitted the resonator mold filter conventionally since a split electrode is used in order to lessen the multiple echo between IDT(s).

[0044] However, it turned out that it becomes possible to make a filter narrow-band-ize, without having excited the good standing wave and degrading most insertion losses by applying a split electrode to the resonator mold filter and ladder mold filter using the reflection in a component end face, a reflector, etc. of a surface wave which use an SH wave as a principal component.

[0045] Hereafter, the example at the time of applying a split electrode to a resonator mold filter is explained. Drawing 9 is the top view showing the electrode structure of an end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter where the split electrode was used. As shown in drawing 9, the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter 11 has the composition of having put in order two steps of IDT(s) shown in drawing 1 in the direction which intersects perpendicularly in the surface wave propagation direction. Namely, IDT 12 and 13 is arranged in the surface wave propagation direction and the direction which intersects perpendicularly. Moreover, each electrode finger 14 of each of IDT 12 and 13 has the split electrodes 14a and 14b of a pair.

[0046] Next, the single electrode was used, namely, the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter 11 using such split electrodes 14a and 14b is compared with the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter which each electrode finger consists of with one electrode. Drawing 10 is the frequency-characteristics Fig. of the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter which used the split electrode, and if drawing 11 removes having used the single electrode, it is the frequency-characteristics Fig. of the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter constituted similarly. In addition, each end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter used for drawing 10 and drawing 11 is the wavelength of 30 micrometers, 35 pairs of logarithms, and the thing that constituted IDT of a six-step configuration on the piezo-electric ceramic substrate.

[0047] Even if all other configurations are the same by making it a split electrode from the comparison of drawing 10 and drawing 11, it is clear that it can narrow-band-ize. For example, if the range whose insertion loss is 20dB is seen, in drawing 11, about 800kHz band is made into about 510kHz band by drawing 10, and bandwidth is narrowed with about 63%.

[0048] Drawing 12 is the top view showing the electrode structure of an end-face reflection type length joint resonator mold filter where the split electrode was used. As shown in drawing 12, the end-face reflection type length joint resonator mold filter 15 has the composition of having put in order two steps of IDT(s) shown in drawing 1 in the direction parallel to the surface wave propagation direction. Namely, with the end-face reflection type length joint resonator mold filter 15, two IDT(s) 16 and 17 are put in order in the direction parallel to the surface wave propagation direction. Moreover, each electrode finger 18 of each of IDT 16 and 17 has the split electrodes 18a and 18b of a pair.

[0049] Next, the end-face reflection type length joint resonator mold filter using such a split electrode is compared with the end-face reflection type length joint resonator mold filter using a single electrode.

Drawing 1313 is a frequency-characteristics Fig. of the end-face reflection type length joint resonator mold filter constituted using the split electrode, and if drawing 14 removes having used the single electrode, it is the frequency-characteristics Fig. of the end-face reflection type length joint resonator mold filter constituted similarly. In addition, with the end-face reflection type length joint resonator mold filter used for drawing 13 and drawing 14, it is all the 36 degreeY cut LiTaO₃. It has composition which is constituted using the substrate and constituted two steps of end-face reflection type length joint resonator mold filters as been 36 pairs (an input and output) of logarithms of the wavelength of 40 micrometers, and an electrode finger and shown in drawing 12.

[0050] Although a horizontal joint resonator mold filter is not remarkable as shown in drawing 13 and 14, it turns out that it is narrow-band-ized. For example, if the range of 20dB of insertion losses is seen, in drawing 14, about 2.2MHz band is set to about 2.0MHz by drawing 13, and about 90% of narrow-band-ization is attained. Moreover, it turns out that the magnitude of attenuation out of band by the side of low-pass is improved with narrow-band-izing.

[0051] Drawing 15 is the top view showing the electrode structure of an end-face reflective mold ladder mold filter where the split electrode was used. As shown in drawing 15, the end-face reflective mold ladder mold filter 19 has composition which has arranged two or more IDT(s) as shown in drawing 1 in the shape of a ladder on the serial arm and the juxtaposition arm. Also in such a ladder mold filter 19, narrow-band-ization is attained like the case of the vertical joint resonator mold filter 15 shown in the horizontal joint resonator mold filter 11 shown in drawing 9, or drawing 12.

[0052] In addition, although are explained taking the case of the end-face reflective mold filter, and about 1-2dB of insertion losses deteriorates as a reflective means even if it uses a reflector instead of a reflective end face, the effectiveness possible [narrow-band-izing] and same is acquired.

[0053] Next, the example of the antenna common machine constituted using the ladder mold filter concerning this invention is explained with reference to drawing 16. Drawing 16 is a circuit diagram for explaining the antenna common machine of this example. The ladder mold filter shown in drawing 15 and one pair of same ladder mold filter 61 are used for the antenna common machine 70 of this example. That is, common connection of the input terminals 62 and 62 of each ladder mold filter 61 is made, and the 1st port 71 is constituted. On the other hand, the output terminals 63 and 63 of each ladder mold filters 61 and 61 are used as they are, and constitute the 2nd and 3rd port of the antenna common machine of this example, respectively.

[0054] Thus, an antenna common machine can be constituted by using the ladder mold filters 61 and 61 of a pair. Moreover, using the above-mentioned antenna common machine, a transmitter can be constituted and an example of such a transmitter is shown in drawing 17.

[0055] In the transmitter 81 of this example, it has the antenna common machine 70, and transmission or receiving circuits 82 and 83. The 1st port 71 of the antenna common machine 70 is connected to the antenna 84, and the output terminals 63 and 63 which constitute the 2nd and 3rd port are connected to transmission or receiving circuits 82 and 83, respectively.

[0056] In this antenna common machine 70, the ladder mold filters 61 and 61 of a pair are constituted so that passbands may differ, and an antenna 84 may be used by it as a transmitting antenna and a receiving antenna.

[0057]

[Effect of the Invention] With the end-face reflective mold surface wave equipment concerning invention according to claim 1, since each electrode finger is constituted by two or more split electrodes except for the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside, the narrow-band property which was not acquired can be acquired in the end-face reflective mold surface wave equipment using the electrode finger of a single mold. Moreover, it can enlarge, the ratio [as opposed to the resonant resistance of antiresonance resistance by making it differ and devising a way], i.e., San-ya ratio, of the width of face of the electrode finger of this maximum outside, in addition control of the ripple which is not the request which appears on frequency characteristics by making it differ and devising a way the account of a top can be achieved.

[0058] Therefore, it becomes possible to offer the end-face reflective mold surface wave equipment

which has the target bandwidth and has good frequency characteristics with few ripples. The band considered as a request is easily realizable only by adjusting the structure of the above-mentioned sinking comb electrode, when the piezoelectric material which has an electromechanical coupling coefficient according to the band especially made into the purpose is not found.

[0059] Moreover, when width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is made larger than $\lambda/8$, while being able to enlarge the ratio to the resonant resistance of antiresonance resistance and being able to aim at expansion of bandwidth like invention according to claim 2, the ripple which is not the request which appears in the both sides of the Maine response can be controlled effectively. Therefore, the end-face reflective mold surface wave equipment which has good frequency characteristics can be offered.

[0060] Especially, when [according to claim 3] it is larger than $\lambda/8$ and width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is made smaller than $\lambda/4$ like, the ripple of the both sides of the Maine response can be controlled more effectively. Still more preferably, like, by [according to claim 4] making width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside into within the limits of $\lambda^{**}\lambda$ (3/16)/32, there are still few ripples and it becomes possible to offer the end-face reflective mold surface wave equipment which has good frequency characteristics.

[0061] Furthermore, while improving the magnitude of attenuation out of band, without spoiling most insertion losses by using as a split electrode the electrode finger of the sinking comb electrode of the surface wave equipment which has a filter shape using a SH type surface wave according to claim 9 like, narrow-band-izing is possible.

[0062] Furthermore, the surface wave equipment concerning this invention can be used for a common machine or a communication device as mentioned above, and since the surface wave equipment concerning this invention is constituted small, the miniaturization of a common machine or a communication device can be attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The top view showing the end-face reflective mold surface wave equipment concerning one example of this invention.

[Drawing 2] Drawing showing the relation between the metallization ratio of an electrode finger and electromechanical coupling coefficient in the end-face reflective mold surface wave equipment using a single mold electrode finger, and the surface wave excited.

[Drawing 3] Drawing showing the metallization ratio of the electrode finger in the end-face reflective mold surface wave equipment of the example shown in drawing 1, an electromechanical coupling coefficient, and relation with the surface wave excited.

[Drawing 4] The partial notching top view for explaining the process which cuts a piezo-electric substrate and forms an end face so that the width of face of the electrode finger of the surface wave propagation direction maximum outside in end-face reflective mold surface wave equipment may be changed.

[Drawing 5] Drawing showing the impedance-frequency characteristics of the end-face reflective mold surface wave equipment which changed the width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside which started the end face and were acquired in each location shown in drawing 4.

[Drawing 6] Drawing showing the impedance-frequency characteristics of the end-face reflective mold surface wave equipment in $\lambda^{**}\lambda (3/16)/32$ in a list when the width of face of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside is $\lambda (3/16)$.

[Drawing 7] The partial notching top view in which showing the modification of this invention and showing the end-face reflective mold surface wave equipment with which the end face is started so that a piezo-electric substrate part may be prepared in the outside of the electrode finger of a surface wave propagation direction maximum outside.

[Drawing 8] The top view showing an example of the conventional end-face reflective mold surface wave resonator.

[Drawing 9] The top view showing the electrode structure of the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter using the split electrode concerning other examples of this invention.

[Drawing 10] Drawing showing the frequency characteristics of the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter using a split electrode.

[Drawing 11] Drawing showing the frequency characteristics of the end-face reflection type horizontal joint resonator mold filter using a single electrode prepared for the comparison.

[Drawing 12] The top view showing the electrode structure of the end-face reflection type length joint resonator mold filter using the split electrode as an example of further others of this invention.

[Drawing 13] Drawing showing the frequency characteristics of the end-face reflection type length joint resonator mold filter constituted using the split electrode.

[Drawing 14] Drawing showing the frequency characteristics of the end-face reflection type length joint resonator mold filter using a single electrode prepared for the comparison.

[Drawing 15] The top view in which showing the example of further others of this invention, and showing the electrode structure of the end-face reflective mold ladder mold filter using a split electrode.

[Drawing 16] The outline block diagram showing the example of the antenna common machine constituted using the ladder mold filter concerning this invention.

[Drawing 17] The outline block diagram of the transmitter constituted using the antenna common machine concerning the example of this invention.

[Description of Notations]

1 -- End-face reflective mold surface wave equipment

2 -- Piezo-electric substrate

2a -- Top face as the 1st principal plane

2b, 2c -- End face

3 4 -- Sinking comb electrode

3a-3c, 4a-4c -- Electrode finger

Three a1, three a2, three b1, three b2, four a1, four a2, 4c1, and 4c2 -- Split electrode

11 -- End-face reflection type horizontal joint resonator mold filter

12 13 -- IDT

14 -- Electrode finger

14a, 14b -- Split electrode

15 -- End-face reflection type length joint resonator mold filter

16 17 -- IDT

18 -- Electrode finger

18a, 18b -- Split electrode

61 -- Ladder mold filter

70 -- Antenna common machine

81 -- Transmitter

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-59175
(P2000-59175A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

| | | | |
|---------------------------|------|--------------|-------------|
| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
| H 0 3 H 9/25 | | H 0 3 H 9/25 | Z |
| 9/145 | | 9/145 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平11-121035 | (71) 出願人 | 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 |
| (22) 出願日 | 平成11年4月28日 (1999.4.28) | (72) 発明者 | 門田 道雄 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平10-151725 | (72) 発明者 | 吾郷 純也 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内 |
| (32) 優先日 | 平成10年6月1日 (1998.6.1) | (74) 代理人 | 100086597 弁理士 宮▼崎▲ 主税 |
| (33) 優先権主張国 | 日本 (J P) | | |

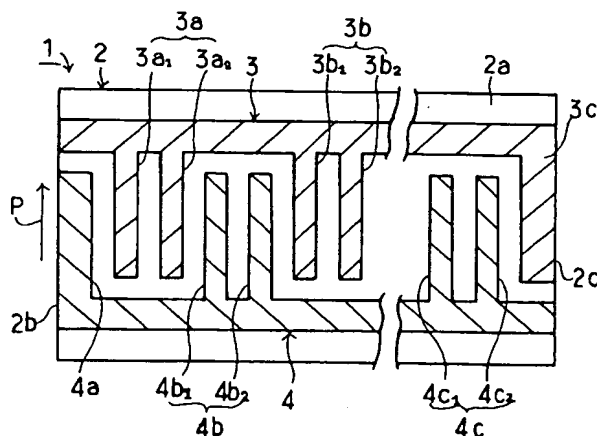
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面波装置及びそれを用いた通信装置

(57) 【要約】

【課題】 複数のスプリット電極を有するダブル電極型インターデジタルトランスデューサを用いた端面反射型表面波装置において、共振抵抗と反共振抵抗との比を調整して帯域幅を調整することができ、共振特性上に表れる所望でないリップルを低減し得る端面反射型表面波装置を提供する。

【解決手段】 圧電基板2の上面にくし歯電極3、4を形成することによりインターデジタルトランスデューサが構成されており、くし歯電極3、4の電極指3a~3c、4a~4cの電極指3a、3b、4b、4cが2本のスプリット電極3a1、3a2、3b1、3b2、4b1、4b2、4c1、4c2により構成されており、表面波伝搬方向最外側の電極指4a、3cの幅が、スプリット電極の幅と異ならされており、対向2端面2b、2c間でSHタイプ表面波が反射されるように構成されている端面反射型表面波装置1。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 SHタイプの表面波を利用して対向 2 端面で該表面波が反射されるように構成された表面波装置であって、
第 1、第 2 の主面と、第 1、第 2 の主面を結ぶ対向 2 端面とを有する圧電基板と、
前記圧電基板の第 1 の主面に形成されており、互いの電極指が間挿し合うように配置された一対のくし歯電極からなるインターデジタルトランスデューサとを備え、
表面波伝搬方向最外側の電極指を除いて、前記くし歯電極の電極指が、複数本のスプリット電極により構成されており、かつ前記最外側の電極指の幅が前記スプリット電極の幅と異なっていることを特徴とする、表面波装置。

【請求項 2】 励起される表面波の波長を λ としたときに、スプリット電極の幅が $\lambda/8$ であり、最外側の電極指の幅が、 $\lambda/8$ より大きいことを特徴とする、請求項 1 に記載の表面波装置。

【請求項 3】 表面波伝搬方向最外側の電極指の幅が $\lambda/8$ より大きく、 $\lambda/4$ 以下の範囲とされている、請求項 2 に記載の表面波装置。

【請求項 4】 表面波伝搬方向最外側の電極指の幅が、 $(3/16)\lambda \pm \lambda/32$ の範囲内とされていることを特徴とする、請求項 3 に記載の表面波装置。

【請求項 5】 前記インターデジタルトランスデューサにより励振される表面波の波長を λ 、音速を v としたときに、共振周波数 f_0 が $f_0 = 3v/\lambda$ である 3 倍波を利用した表面波デバイスである、請求項 1～4 のいずれかに記載の表面波装置。

【請求項 6】 縦結合共振子型フィルタであることを特徴とする、請求項 1～5 のいずれかに記載の表面波装置

【請求項 7】 横結合共振子型フィルタであることを特徴とする、請求項 1～5 のいずれかに記載の表面波装置。

【請求項 8】 ラダー型フィルタであることを特徴とする、請求項 1～5 のいずれかに記載の表面波装置。

【請求項 9】 SHタイプの表面波を利用して対向する反射手段で該表面波が反射されるように構成された表面波装置であって、
第 1、第 2 の主面を有する圧電基板と、
前記圧電基板の第 1 の主面に形成されており、互いの電極指が間挿し合うように配置された一対のくし歯電極からなる複数のインターデジタルトランスデューサとを備え、
前記くし歯電極の電極指が、複数本のスプリット電極により構成されており、
前記複数のインターデジタルトランスデューサが組み合わせられることによりフィルタ特性が得られることを特徴とする、表面波装置。

【請求項 10】 共用器であることを特徴とする、請求

項 1～5 のいずれかに記載の表面波装置。

【請求項 11】 表面波装置を用いたことを特徴とする、請求項 1～10 のいずれかに記載の通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば BGS 波やラブ波などの SH (shear horizontal) タイプを主成分とする表面波を利用した表面波装置に関し、より詳細には、対向 2 端面間で表面波が反射されるように構成された端面反射型表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】表面波装置は、共振子や帯域型フィルタなどの様々な用途に広く用いられている。通常の表面波装置では、表面波を反射させるために、インターデジタルトランスデューサ (IDT) の両側に反射器を形成する必要があった。従って、表面波装置が大型にならざるを得なかった。

【0003】そこで、SHタイプの表面波を用いた端面反射型共振子が提案されている。端面反射型共振子では、圧電基板上に IDT が形成されており、IDT で励振された SHタイプの表面波が、IDT の両側の圧電基板端面間で反射される。従って、対向 2 端面が反射器に代わり用いられるため、反射器を形成する必要がない。

【0004】上記端面反射型共振子の一例が、特開昭 60-41809 号公報に開示されている。ここでは、SHタイプの表面波を利用した端面反射型共振子が開示されている。図 8 は、この先行技術に従来例として記載されている端面反射型共振子の略図的平面図である。

【0005】端面反射型共振子 51 は、矩形板状の圧電基板 52 を用いて構成されている。上面 52a 上には、一対のくし歯電極 53、54 が形成されており、それによって 1 つの IDT が構成されている。くし歯電極 53、54 は、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する。もっとも、端面反射型共振子 51 では、くし歯電極 53、54 の電極指は、表面波伝搬方向最外側の電極指 53a、53c を除いて、2 本のスプリット電極からなるペアの電極指により構成されている。例えば、くし歯電極 53 の電極指 53b は、スプリット電極 53b1、53b2 により構成されている。また、くし歯電極 54 の電極指 54a～54c は、それぞれ、2 本ずつペアになったスプリット電極 54a1、54a2、54b1、54b2、54c1、54c2 により構成されている。

【0006】表面波伝搬方向は、上記電極指 53a～53c、54a～54c の長さ方向と直交する方向である。励振された表面波は、対向 2 端面 52b、52c で反射され、それによって共振特性が得られる。

【0007】上記のように、2 本ずつペアをなすスプリット電極からなる電極指を用いることにより、通常のシングル型の電極指を用いた場合では得られない帯域特性を得ることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図8に示したような従来の端面反射型共振子51においては、上記先行技術には明示されていないが、電極指と電極指間のギャップが1対1に形成され、励振される表面波の波長 λ としたとき、スプリット電極の幅は通常、 $\lambda/8$ とされる。また、上記先行技術では、表面波伝搬方向最外側の電極指53a、53cの幅は、残りの電極指を構成している各スプリット電極の幅と同等とされており、またそのときの端面位置は最も外側に位置する組をなす2本の電極指の中心あるいはその中心から反射端面の距離が $\lambda/2$ の整数倍になるように構成されている。

【0009】しかしながら、上記先行技術に従って端面反射型共振子を構成した場合、反共振抵抗 R_a の共振抵抗 R_r に対する比、すなわち山谷比が十分でないという問題があった。加えて、周波数特性上に不要リップルが生じ、良好な帯域特性を得られないという問題もあった。

【0010】本発明の目的は、2本のスプリット電極からなるダブル電極型の電極指を用いた端面反射型表面波装置において、反共振抵抗の共振抵抗に対する比、すなわち山谷比が大きく、かつ周波数特性上に発生する不要リップルを効果的に抑制し、適度な帯域をもつ共振子やフィルタ等の端面反射型の表面波装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、SHタイプの表面波を利用しており対向2端面で該表面波が反射されるように構成された表面波装置であって、第1、第2の主面と、第1、第2の主面を結ぶ対向2端面とを有する圧電基板と、前記圧電基板の第1の主面に形成されており、互いの電極指が間挿し合うように配置された一対のくし歯電極からなるIDTとを備え、表面波伝搬方向最外側の電極指を除いて、前記くし歯電極の各電極指が、複数本のスプリット電極により構成されており、かつ前記最外側の電極指の幅がスプリット電極の幅と異なっていることを特徴とする。

【0012】請求項2に記載の発明では、励振される表面波の波長を λ としたときに、前記スプリット電極の幅が $\lambda/8$ であり、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅が $\lambda/8$ よりも大きくされている。

【0013】請求項3に記載の発明では、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅は、 $\lambda/8$ より大きく、 $\lambda/4$ 以下とされている。請求項4に記載の発明では、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅は、 $(3/16)\lambda \pm \lambda/32$ の範囲内とされている。

【0014】請求項5に記載の発明では、前記インターデジタルトランスデューサにより励振される表面波の波長を λ 、音速を v としたときに、共振周波数 f_0 が $f_0 = 3v/\lambda$ である3倍波を利用した表面波デバイスとさ

れている。

【0015】本発明に係る表面波装置は、様々なフィルタとして用いられ、本発明のある特定の局面では、縦結合共振子型フィルタとして構成され、別の特定の局面では、横結合共振子型フィルタとして構成される。また、本発明に係る表面波装置は、複数の表面波共振子を梯子型に接続してなるラダー型フィルタとして構成されてもよい。

【0016】請求項9に記載の発明は、SHタイプの表面波を利用しており対向する反射手段で該表面波が反射されるように構成された表面波装置であって、第1、第2の主面を有する圧電基板と、前記圧電基板の第1の主面に形成されており、互いの電極指が間挿し合うように配置された一対のくし歯電極からなる複数のIDTとを備え、前記くし歯電極の各電極指が、複数本のスプリット電極により構成されており、前記複数のIDTが組み合わせられることによりフィルタ特性が得られている。

【0017】また、本発明に係る表面波装置は、アンテナ共用器のような共用器として用いることができ、さらに本発明に係る表面波装置を用いて様々な通信装置を構成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0019】図1は、本発明の第1の実施例に係る端面反射型表面波装置を示す平面図である。端面反射型表面波装置1は、矩形板状の圧電基板2を用いて構成されている。圧電基板2は、例えば、 LiTaO_3 や LiNbO_3 などの圧電単結晶またはチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスのような圧電セラミックスにより構成することができる。

【0020】圧電基板2が、圧電セラミックスよりなる場合、図示の矢印P方向に分極処理されている。すなわち、圧電基板2の端面2bと平行な方向に分極処理されている。圧電基板2の上面2a上には、くし歯電極3、4が形成されている。くし歯電極3、4により、IDTが構成されている。

【0021】くし歯電極3は、電極指3a、3b、3cを有し、くし歯電極4は、電極指4a、4b、4cを有する。くし歯電極3の複数本の電極指3a～3cは、くし歯電極4の複数本の電極指4a～4cと互いに間挿し合うように配置されている。これらのくし歯電極3、4は、アルミニウムなどの適宜の金属材料をパターニングすることにより形成される。

【0022】くし歯電極3、4の電極指のうち、電極指3a、3b、4b、4cは、それぞれ、2本ずつのスプリット電極により構成されている。すなわち、電極指3aを代表して説明すると、電極指3aは、2本のスプリット電極3a1、3a2により構成されている。スプリット電極3a1、3a2は、それぞれ、表面波の波長を

λ としたとき、一般にその幅寸法は $\lambda/8$ とされている。他の2本のスプリット電極3b1, 3b2, 4b1, 4b2, 4c1, 4c2で構成されている電極指3b, 4b, 4cについても同様に構成されている。

【0023】他方、本実施例の端面反射型表面波装置の特徴は、表面波伝搬方向最外側に位置する電極指4a, 3cの幅が、スプリット電極3a1, 3a2の幅と異ならされていることにあり、最外側に位置する電極指4a, 3cの幅は、 $\lambda/8$ よりも大きくされている。それによって、反共振抵抗 R_a と共振抵抗 R_r との比が大きくなり、かつ周波数特性上の帯域外に表れるリップルの抑制が図られている。この点については、具体的な実験例に基づき後述する。

【0024】本実施例の端面反射型表面波装置では、くし歯電極3, 4間に交流電圧を印加することにより表面波が励振され、該表面波は端面2b, 2c間で反射され、それによって周波数特性を得ることができる。また、本実施例の端面反射型表面波装置1では、電極指3a, 3b, 4b, 4cが2本のスプリット電極により構成されているので、シングル電極を用いた端面反射型表面波装置では得られなかった帯域特性を実現することができる。これを、図2及び図3を参照して、より具体的に説明する。

【0025】図2は、シングル型の電極指を用いた端面反射型表面波装置における電極指のメタライゼーション比と電気機械結合係数との関係を示す図であり、図3は図1に示した端面反射型表面波装置1におけるスプリット電極のメタライゼーション比と電気機械結合係数との関係を示す図である。

【0026】ここで、電極指のメタライゼーション比とは、電極指の幅方向寸法をa、隣接する電極指間の電極のないギャップ部の距離をbとしたとき、 $a/(a+b)$ で表される値である。また、本実施例の端面反射型表面波装置1では、上記メタライゼーション比はスプリット電極の幅をa、該電極指におけるスプリット電極間の電極のないギャップ幅方向寸法をbとしたときに、 $a/(a+b)$ で表される値である。

【0027】縦軸の k^2_{eff}/k^2_s の k_s は圧電基板の電気機械結合係数であり、 k_{eff} はすだれ状電極で励振される実効的な電気機械結合係数である。図2及び図3より、シングル電極とスプリット電極とでは、前者の k_{eff} の方が大きい値をとることがわかる。共振子の帯域は、この k^2_{eff} に比例するため、同一の基板を用いても、スプリット電極を用いることによりシングル電極の約70%の帯域をもつ狭帯域化が図れる。

【0028】図2及び図3に示されている特性は、シングル型の電極指を用いた圧電基板上の表面波装置で、電極指の対数Nを20対とした場合の結果である。また、図2及び図3において、M=1, 3, 7, 9, 11で示される各特性は、励振される表面波の基本波、3倍波、

5倍波、7倍波、9倍波、11倍波の特性をそれぞれ示す。

【0029】図2から明らかなように、シングル型の電極指を用いた表面波装置では、メタライゼーション比が0.25~0.75の範囲で、基本波において大きな電気機械結合係数を得ることができる。しかしながら、3倍波以上の高調波では、大きな電気機械結合係数の得られないことがわかる。

【0030】これに対して、図3に示すように、2本のスプリット電極を用いた表面波装置1では、メタライゼーション比が0.25~0.75の範囲において、基本波の場合だけでなく、3倍波の場合も大きな電気機械結合係数の得られることがわかる。よって、端面反射型表面波装置1では、励振された表面波のうち、3倍波も有効に利用することができる。

【0031】本実施例の端面反射型表面波装置1では、表面波伝搬方向最外側の電極指4a, 3cを除いて、残りの電極指が2本のスプリット電極により構成されたペアの電極とされている。本願発明者らは、このようなスプリット電極からなる電極指を用いた端面反射型表面波装置1において、表面波伝搬方向最外側の電極指4a, 3cの幅をどのように構成するかにつき検討した。

【0032】従来のシングル電極型の端面反射型表面波装置では、表面波伝搬方向最外側の電極指を除く残りの電極指の幅は、 $\lambda/4$ とされており、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅は $\lambda/8$ とされていた。従って、表面波伝搬方向最外側の電極指以外の電極指を2本のスプリット電極で構成し、各スプリット電極の幅を $\lambda/8$ とし、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を $\lambda/16$ として、端面反射型表面波装置を構成した。しかしながら、このような端面反射型表面波装置では、SHタイプの表面波を十分に励振することができないことが確かめられた。

【0033】そこで、さらに、表面波伝搬方向最外側の電極指4a, 3cにつき検討した結果、電極指4a, 3cの幅を、残りのスプリット電極の幅 $\lambda/8$ と異ならせ、特に $\lambda/8$ よりも大きくすれば、SHタイプの表面波の基本波及び3倍波を効果的に励振し得ることを見出した。これを、具体的な実験例に基づき説明する。

【0034】端面反射型表面波装置1として、圧電基板2を圧電セラミックスにより構成し、端面2b, 2c間の距離を1193 μm 、くし歯電極3, 4の各スプリット電極の幅方向寸法を4.2 μm 、電極指の総数を142本、電極指の対数を35.5として端面反射型表面波装置1を作製した。この端面反射型表面波装置1において、最外側の電極指4aについては、圧電基板上に(3/8) λ よりも広い電極指を形成しておき、図4の矢印A~Eの各位置で圧電基板を切断して端面2bを形成すると共に上記種々の幅の電極指を形成し、5種類の端面反射型表面波装置を作製した。この場合、最外側の電極

4 a の外側端縁は端面 2 b に沿うことになる。他方の最外側の電極指 3 c についても同様に構成した。

【0035】なお、矢印 A~E で示す位置で圧電基板 2 を切り出した場合の各最外側の電極指 4 a の幅は以下の通りである。矢印 A の位置の場合… $\lambda/16$ 、矢印 B の場合… $\lambda/8$ 、矢印 C の場合… $(3/16)\lambda$ 、矢印 D の場合… $(1/4)\lambda$ 、矢印 E の場合… $(5/16)\lambda$ 。

【0036】上記のようにして得られた各端面反射型表面波装置のインピーダンス周波数特性を図 5 に示す。図 5 において、矢印 A で示す一点鎖線が、最外側の電極 4 a, 3 c の幅が $\lambda/16$ の場合の特性を示し、破線 B が最外側の電極指 4 a, 3 c の幅が $\lambda/8$ の場合の特性を示し、矢印 C で示す実線は、最外側の電極指 4 a, 3 c の幅が $(3/16)\lambda$ の場合の特性を、矢印 D で示す破線が、最外側の電極指 4 a, 3 c の幅が $(1/4)\lambda$ の場合の特性を、矢印 E で示す一点鎖線が最外側の電極指 4 a, 3 c の幅が $(5/16)\lambda$ の場合の特性をそれぞれ示す。

【0037】図 5 から明らかなように、矢印 C, D で示す特性では、反共振抵抗 R_a の共振抵抗 R_r に対する比が大きく、Q の高い表面波装置が構成できる。従って、最外側の電極指の幅は、 $\lambda/8$ よりも大きくすることが望ましいことがわかる。

【0038】また、矢印 E で示す特性では、共振周波数の低域側及び反共振周波数の高域側に矢印 F, G で示すように大きなリップルが表れている。同様に、矢印 D で示す特性においても、帯域外にリップルが表れているが、矢印 E で示す特性に比べてリップルは小さくなっている。これに対して、矢印 C で示す特性では、上記リップルが非常に小さくされていることがわかる。従って、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅については、 $(1/4)\lambda$ 以下とすることが、上記リップルを低減する上では好ましく、より好ましくは、 $(3/16)\lambda$ 程度とすることが望ましいことがわかる。なお、図中の共振、反共振間のリップルは、横モードに起因するものであり、端面からの反射に起因するものではない。

【0039】また、本願発明者らは、上記表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を $(3/16)\lambda$ とすれば望ましいことに鑑み、この寸法からどの程度の範囲内とすれば、同様の好ましい特性が得られるかを確かめた。その結果、図 6 に示すように、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を、 $(3/16)\lambda \pm \lambda/32$ の範囲内とすれば、共振周波数の低域側及び反共振周波数の高域側のリップルを効果的に抑制することができ、図 5 に示した矢印 D で示す特性と同等の特性の得られることが確かめられた。

【0040】また、上記実験例では、表面波伝搬方向最外側の電極指 4 a, 3 c を形成するに際し、電極指 4 a, 3 c の最終的な幅寸法よりも幅の広い電極を形成し

ておき、圧電基板 2 を切り出して端面 2 b, 2 c を形成すると共に該幅の広い電極を切断して電極指 4 a, 3 c の幅を決定していた。この場合、電極指 4 a, 3 c の外側端縁は、端面 2 b, 2 c に沿うことになる。

【0041】しかしながら、本発明においては、電極指 4 a, 3 c の外側端縁は、端面 2 b, 2 c に沿う必要は必ずしもない。すなわち、上記切断に際し、電極膜と圧電基板端面との間で電極膜の部分的な剥がれ等が生じるおそれがある。このような電極膜の剥がれが生じると、周波数特性に悪影響を与えるおそれがある。

【0042】従って、好ましくは、上記最外側の電極指 4 a, 3 c よりも外側に圧電基板部分が存在するように端面 2 b, 2 c を切り出すことが望ましい。例えば、図 7 に部分拡大正面図で示すように、電極指 4 a を上述した実施例に従って好ましい幅寸法を有するように形成した後、圧電基板 2 を電極指 4 a よりも外側で切り出すことにより端面 2 b を形成してもよい。この場合、端面 2 b の位置については、本願発明者らの実験によれば、好ましくは、最外側の電極指 4 a の電極の外端から、 $\lambda/32$ 以下とすれば、周波数特性上に表れる所望でないリップルを効果的に抑制し得ることが確かめられている。

【0043】上記実験例は端面反射型共振子についてのものであるが、フィルタ等の他の端面反射型表面波装置についても同様のことがいえる。従来、スプリット電極は IDT 間の多重反射を少なくするために用いられるため、共振子型フィルタには余り適していないと考えられていた。

【0044】しかし、SH 波を主成分とする表面波の素子端面や反射器等での反射を利用した共振子型フィルタやラダー型フィルタに、スプリット電極を適用することにより、良好な定在波が励振され、挿入損失をほとんど劣化させることなく、フィルタを狭帯域化させることが可能となることがわかった。

【0045】以下、スプリット電極を共振子型フィルタに適用した場合の実施例について説明する。図 9 は、スプリット電極を用いた端面反射型横結合共振子型フィルタの電極構造を示す平面図である。図 9 に示すように、端面反射型横結合共振子型フィルタ 11 は、図 1 に示した IDT を表面波伝搬方向に直交する方向に 2 段並べた構成となっている。すなわち、IDT 12, 13 が表面波伝搬方向と直交する方向に配置されている。また、各 IDT 12, 13 の各電極指 14 は、一対のスプリット電極 14 a, 14 b を有する。

【0046】次に、このようなスプリット電極 14 a, 14 b を用いた端面反射型横結合共振子型フィルタ 11 を、シングル電極を用いた、すなわち各電極指が一本の電極により構成されている端面反射型横結合共振子型フィルタと比較する。図 10 は、スプリット電極を用いた端面反射型横結合共振子型フィルタの周波数特性図であり、図 11 は、シングル電極を用いたことを除いては同

様に構成された端面反射型横結合共振子型フィルタの周波数特性図である。なお、図10及び図11に用いられた端面反射型横結合共振子型フィルタは、いずれも圧電セラミック基板上に、波長 $30\mu\text{m}$ 、対数35対、6段構成のIDTを構成したものとなっている。

【0047】図10及び図11の比較からスプリット電極にすることによって、他の構成が全て同じであっても、狭帯域化し得ることが明らかである。例えば、挿入損失が20dBの範囲を見れば、図11では約800kHzの帯域が、図10では約510kHzの帯域とされており、帯域幅は約63%と狭くされている。

【0048】図12は、スプリット電極を用いた端面反射型縦結合共振子型フィルタの電極構造を示す平面図である。図12に示すように、端面反射型縦結合共振子型フィルタ15は、図1に示したIDTを表面波伝搬方向に平行な方向に2段並べた構成となっている。すなわち、端面反射型縦結合共振子型フィルタ15では、2個のIDT16、17が表面波伝搬方向と平行な方向に並べられている。また、各IDT16、17の各電極指18は、一対のスプリット電極18a、18bを有する。

【0049】次に、このようなスプリット電極を用いた端面反射型縦結合共振子型フィルタをシングル電極を用いた端面反射型縦結合共振子型フィルタと比較する。図13は、スプリット電極を用いて構成された端面反射型縦結合共振子型フィルタの周波数特性図であり、図14は、シングル電極を用いたことを除いては同様に構成された端面反射型縦結合共振子型フィルタの周波数特性図である。なお、図13及び図14に用いられた端面反射型縦結合共振子型フィルタでは、いずれも 36°Y カットLiTaO₃基板を用いて構成されており、波長 $40\mu\text{m}$ 、電極指の対数36対（入力及び出力）であり、かつ図12に示したような端面反射型縦結合共振子型フィルタを2段構成した構成となっている。

【0050】図13、14に示すように、横結合共振子型フィルタほど顕著ではないが、狭帯域化されていることがわかる。例えば、挿入損失20dBの範囲を見れば、図14では約2.2MHzの帯域が、図13では約2.0MHzとなり、約90%の狭帯域化が図られている。また、狭帯域化に伴って低域側の帯域外減衰量が改善されていることがわかる。

【0051】図15は、スプリット電極を用いた端面反射型ラダー型フィルタの電極構造を示す平面図である。図15に示すように、端面反射型ラダー型フィルタ19は、図1に示したような複数個のIDTを直列腕と並列腕に梯子状に配置した構成となっている。このようなラダー型フィルタ19においても、図9に示した横結合共振子型フィルタ11や図12に示した縦結合共振子型フィルタ15の場合と同様に狭帯域化が図られる。

【0052】なお、端面反射型フィルタを例にとりて説明したが、反射手段として、反射端面の代わりに反射器

を用いても、挿入損失が1~2dB程度劣化するものの、狭帯域化は可能であり同様の効果が得られる。

【0053】次に、本発明に係るラダー型フィルタを用いて構成されたアンテナ共用器の実施例を、図16を参照して説明する。図16は、本実施例のアンテナ共用器を説明するための回路図である。本実施例のアンテナ共用器70は、図15に示したラダー型フィルタと同様のラダー型フィルタ61を一対用いている。すなわち、各ラダー型フィルタ61の入力端子62、62が共通接続されて、第1のポート71が構成されている。他方、各ラダー型フィルタ61、61の出力端子63、63はそのまま用いられ、それぞれ、本実施例のアンテナ共用器の第2、第3のポートを構成している。

【0054】このように、一対のラダー型フィルタ61、61を用いることにより、アンテナ共用器を構成することができる。また、上記アンテナ共用器を用いて、通信機を構成することができ、このような通信機の一例を図17に示す。

【0055】本実施例の通信機81では、アンテナ共用器70と、送信もしくは受信回路82、83とが備えられている。アンテナ共用器70の第1のポート71がアンテナ84に接続されており、第2、第3のポートを構成している出力端子63、63が、それぞれ、送信もしくは受信回路82、83に接続されている。

【0056】このアンテナ共用器70においては、一対のラダー型フィルタ61、61は、通過帯域が異なるように構成されており、それによってアンテナ84は、送信アンテナ及び受信アンテナとして用いられ得る。

【0057】

【発明の効果】請求項1に記載の発明に係る端面反射型表面波装置では、表面波伝搬方向最外側の電極指を除いて、各電極指が複数本のスプリット電極により構成されているので、シングル型の電極指を用いた端面反射型表面波装置では得られなかった狭帯域特性を得ることができる。また、該最外側の電極指の幅の異ならせ方を工夫することにより、反共振抵抗の共振抵抗に対する比、すなわち山谷比を大きくすることができ、加えて、上記異ならせ方を工夫することにより、周波数特性上に表れる所望でないリップルの抑制を果たし得る。

【0058】よって、目的とする帯域幅を有し、かつリップルの少ない良好な周波数特性を有する端面反射型表面波装置を提供することが可能となる。特に、目的とする帯域に応じた電気機械結合係数を有する圧電材料が見つからない場合においても、上記くし歯電極の構造を調整するだけで、所望とする帯域を容易に実現することができる。

【0059】また、請求項2に記載の発明のように、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を $\lambda/8$ よりも大きくした場合には、反共振抵抗の共振抵抗に対する比を大きくすることができ、帯域幅の拡大を図ることができると

共に、メインレスポンスの両側に表れる所望でないリップルを効果的に抑制することができる。従って、良好な周波数特性を有する端面反射型表面波装置を提供することができる。

【0060】特に、請求項3に記載のように、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を、 $\lambda/8$ より大きく、 $\lambda/4$ より小さくした場合には、メインレスポンスの両側のリップルをより効果的に抑制することができる。さらに好ましくは、請求項4に記載のように、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を $(3/16)\lambda \pm \lambda/32$ の範囲内とすることにより、より一層リップルが少なく、良好な周波数特性を有する端面反射型表面波装置を提供することが可能となる。

【0061】さらに、請求項9に記載のように、SHタイプの表面波を利用したフィルタ特性を有する表面波装置のくし歯電極の電極指をスプリット電極とすることにより、挿入損失をほとんど損なうことなしに、帯域外減衰量を改善すると共に、狭帯域化することが可能である。

【0062】さらに、本発明に係る表面波装置は、前述したように共用器や通信装置に用いることができ、本発明に係る表面波装置が小型に構成されるので、共用器や通信装置の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る端面反射型表面波装置を示す平面図。

【図2】シングル型電極指を用いた端面反射型表面波装置における電極指のメタライゼーション比及び電気機械結合係数と励振される表面波との関係を示す図。

【図3】図1に示した実施例の端面反射型表面波装置における電極指のメタライゼーション比と、電気機械結合係数と、励振される表面波との関係を示す図。

【図4】端面反射型表面波装置における表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を異ならせるように圧電基板を切断し端面を形成する工程を説明するための部分切欠平面図。

【図5】図4に示した各位置で端面を切り出して得られた、表面波伝搬方向最外側の電極指の幅を異ならせた端面反射型表面波装置のインピーダンス周波数特性を示す図。

【図6】表面波伝搬方向最外側の電極指の幅が $(3/16)\lambda$ の場合、並びに $(3/16)\lambda \pm \lambda/32$ の場合の端面反射型表面波装置のインピーダンス周波数特性を示す図。

【図7】本発明の変形例を示し、表面波伝搬方向最外側の電極指の外側に圧電基板部分を設けるように端面が切り出されている端面反射型表面波装置を示す部分切欠平

面図。

【図8】従来の端面反射型表面波共振子の一例を示す平面図。

【図9】本発明の他の実施例に係るスプリット電極を用いた端面反射型横結合共振子型フィルタの電極構造を示す平面図。

【図10】スプリット電極を用いた端面反射型横結合共振子型フィルタの周波数特性を示す図。

【図11】比較のために用意した、シングル電極を用いた端面反射型横結合共振子型フィルタの周波数特性を示す図。

【図12】本発明のさらに他の実施例としてのスプリット電極を用いた端面反射型縦結合共振子型フィルタの電極構造を示す平面図。

【図13】スプリット電極を用いて構成された端面反射型縦結合共振子型フィルタの周波数特性を示す図。

【図14】比較のために用意した、シングル電極を用いた端面反射型縦結合共振子型フィルタの周波数特性を示す図。

【図15】本発明のさらに他の実施例を示し、スプリット電極を用いた端面反射型ラダー型フィルタの電極構造を示す平面図。

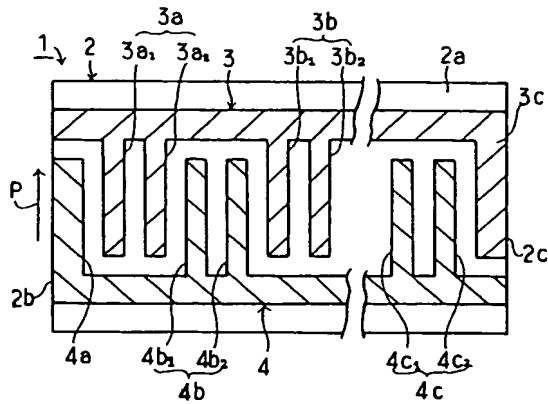
【図16】本発明に係るラダー型フィルタを用いて構成されたアンテナ共用器の実施例を示す概略構成図。

【図17】本発明の実施例に係るアンテナ共用器を用いて構成された通信機の概略ブロック図。

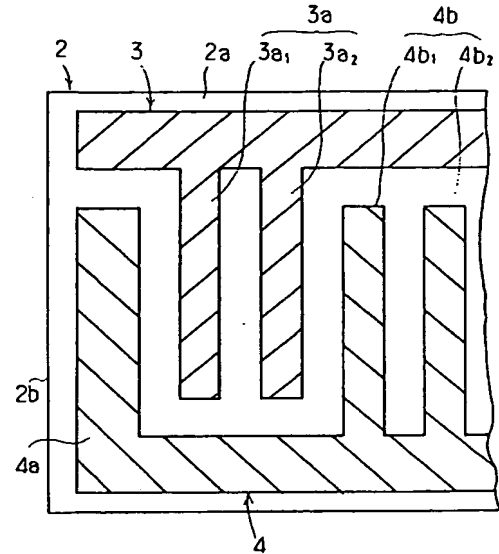
【符号の説明】

- 1…端面反射型表面波装置
- 2…圧電基板
- 2a…第1の主面としての上面
- 2b, 2c…端面
- 3, 4…くし歯電極
- 3a~3c, 4a~4c…電極指
- 3a1, 3a2, 3b1, 3b2, 4a1, 4a2, 4c1, 4c2…スプリット電極
- 11…端面反射型横結合共振子型フィルタ
- 12, 13…IDT
- 14…電極指
- 14a, 14b…スプリット電極
- 15…端面反射型縦結合共振子型フィルタ
- 16, 17…IDT
- 18…電極指
- 18a, 18b…スプリット電極
- 61…ラダー型フィルタ
- 70…アンテナ共用器
- 81…通信機

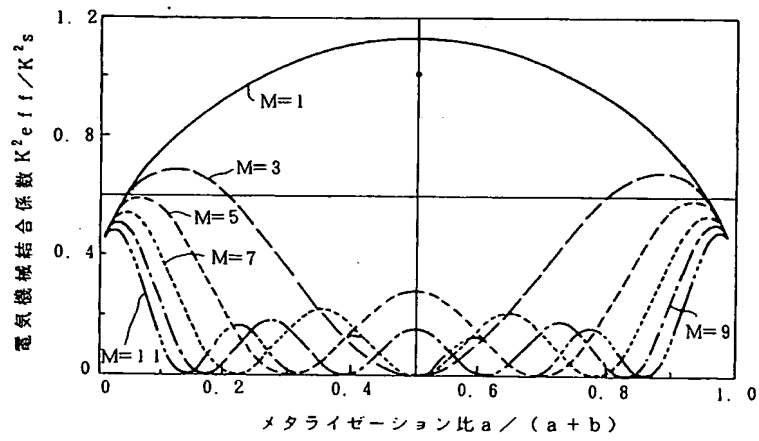
【図1】



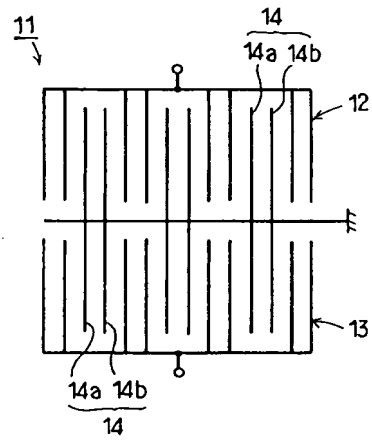
【図7】



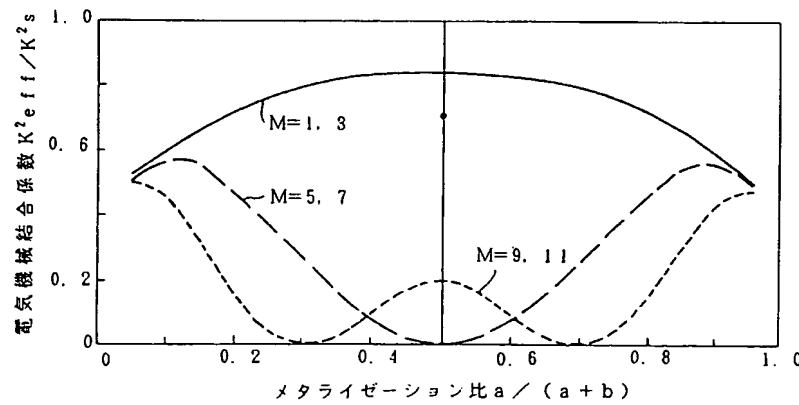
【図2】



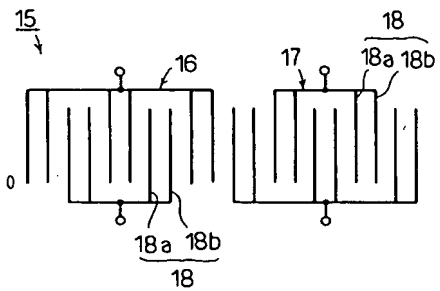
【図9】



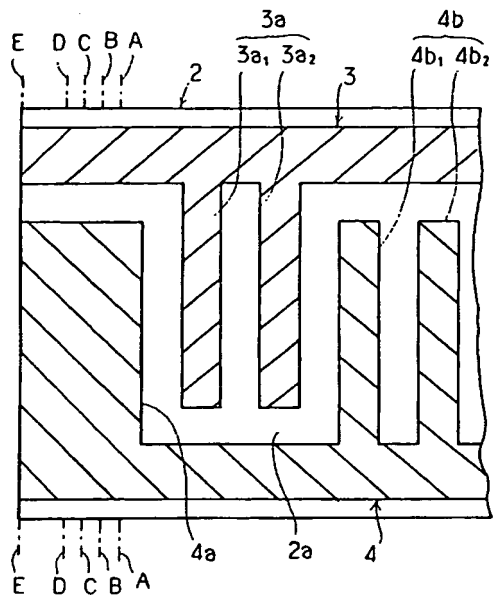
【図3】



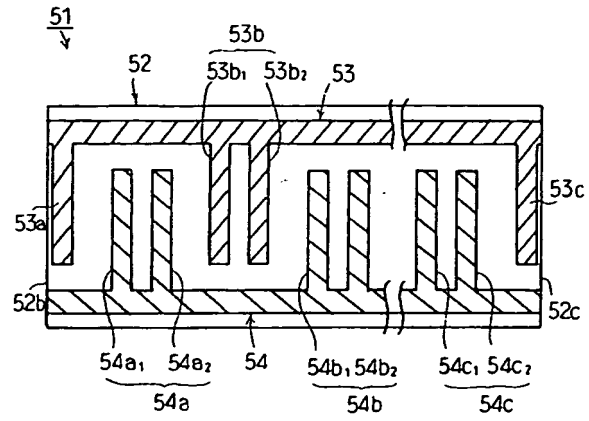
【図12】



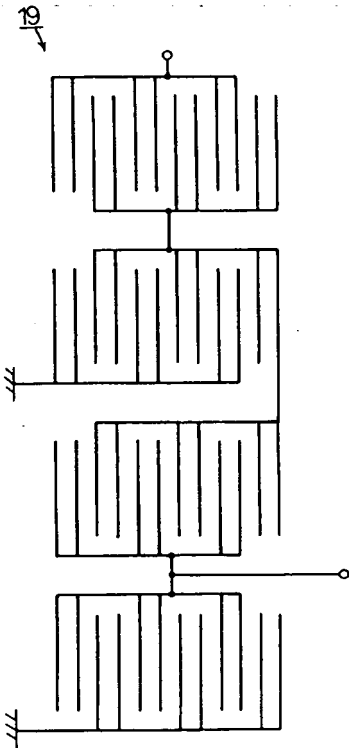
【図 4】



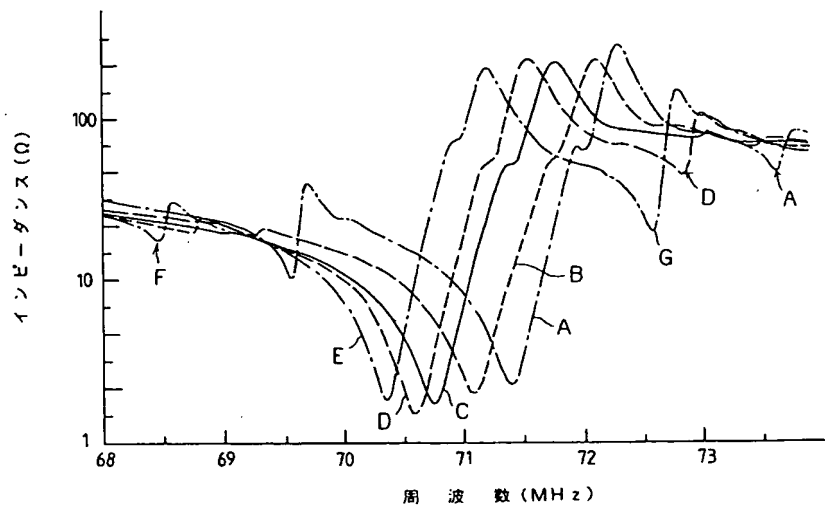
【図 8】



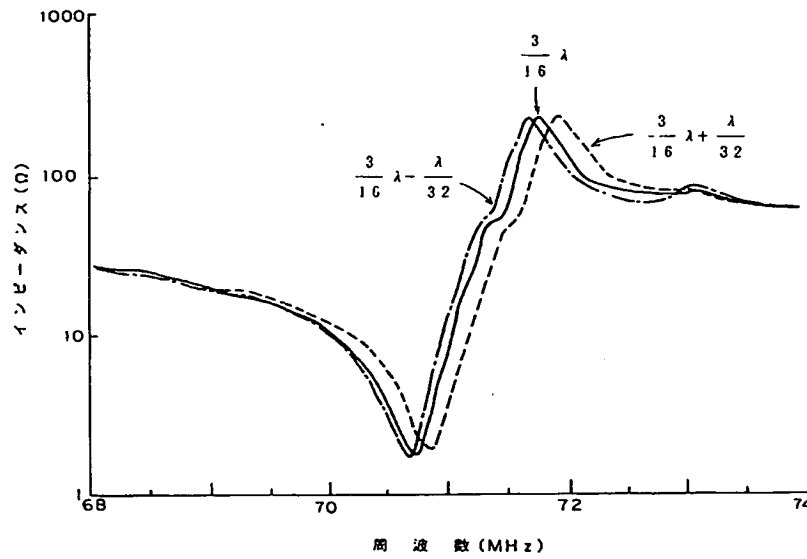
【図 15】



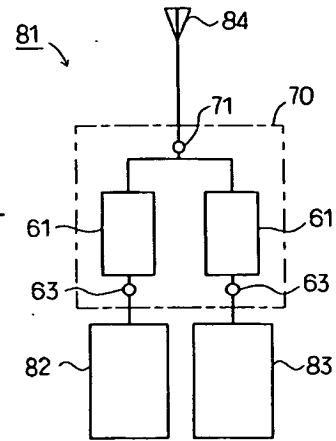
【図 5】



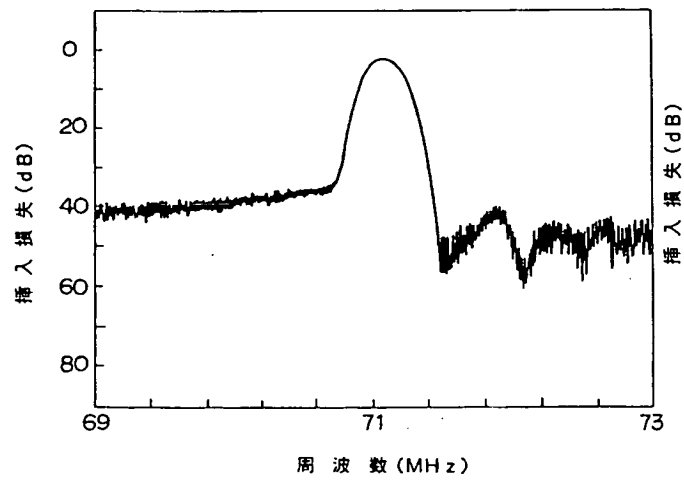
【図6】



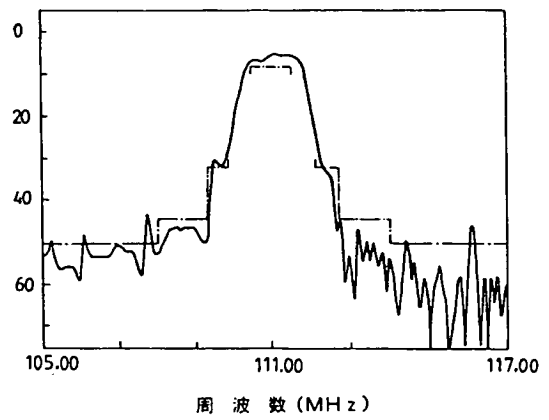
【図17】



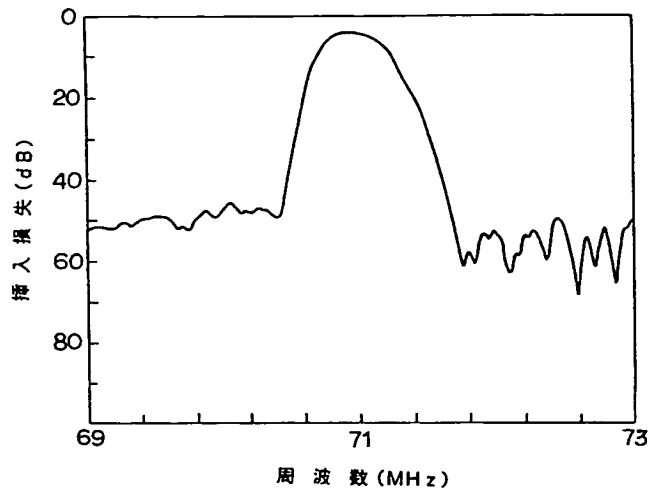
【図10】



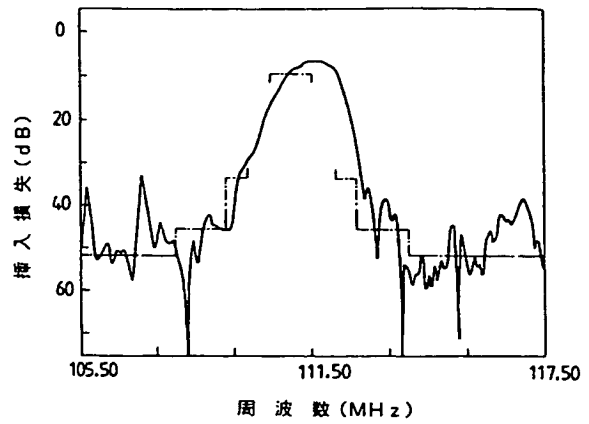
【図13】



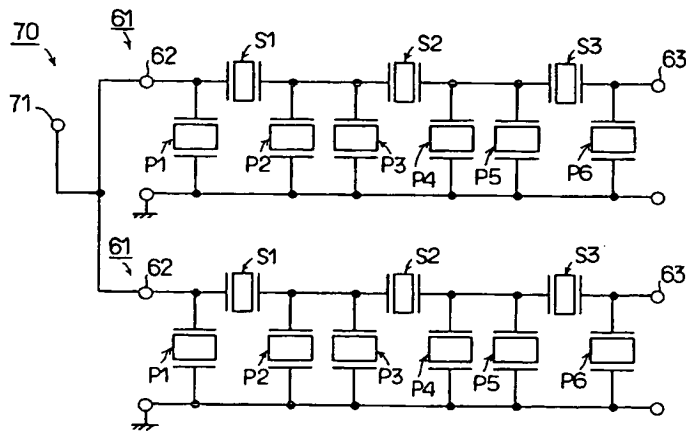
【図11】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

(72) 発明者 堀内 秀哉
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 池浦 守
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内